

ВПЛИВ ГАРМОНІК НА ТЕПЛОВИЙ СТАН АСИНХРОНОГО ДВИГУНА ПРИ ЖИВЛЕННІ ЙОГО ВІД ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ

Беліков О.М., Юрченко Е.Л.

Науковий керівник – Петренко О.М., канд. техн. наук, доцент

У зв'язку з постійним зростанням цін на енергетичні ресурси зростає їх питома вага в собівартості продукції. На сьогоднішній день питома вага становить 30-50%, що в кілька разів перевищує аналогічні показники закордонних фірм і призводить до не конкурентоспроможності продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках. Високий рівень залежності вітчизняної економіки від зовнішніх джерел енергетичних ресурсів і постійне зростання їх цін зумовлюють актуальність проблеми енергозбереження.

Основним споживачем (близько 60%) вироблюваної електроенергії є електричні двигуни. Серед них найбільше застосування знаходять асинхронні двигуни. Тільки в промисловості України в експлуатації знаходиться близько 6 млн. шт. асинхронних двигунів, а в цілому в Україні експлуатуються десятки мільйонів асинхронних двигунів. У зв'язку з цим навіть незначне поліпшення техніко-економічних показників електроприводів на базі асинхронних двигунів в масштабах країни дає значну економію електроенергії.

Одним з найбільш ефективних способів поліпшення техніко-економічних показників електроприводів є заміна нерегульованих електроприводів регульованими. У розвинених країнах частка регульованих електроприводів досягається 40-50% від загальної кількості. В Україні ця частка становить кілька відсотків. Характерною особливістю роботи асинхронних двигунів в складі багатьох приводів є нерівномірність навантаження, що викликається технологічними умовами виробництва. Таким чином, більшість асинхронних двигунів системи суттєво недовантажені, що призводить до значного зниження їх енергетичних показників. Радикальним заходом, що забезпечує поліпшення енергетичних показників двигунів працюючих при широкому діапазоні навантажень, є заміна нерегульованих асинхронних двигунів на регульовані.

Метою роботи є дослідження теплового стану частотно-керованих асинхронних двигунів при різних законах регулювання.

Розглянуті джерела живлення і закони регулювання частоти обертання асинхронного двигуна. Надалі основні втрати будемо називати – втрати обумовлені основною гармонікою напруги (ОГН) Розрахунок гріючих втрат при різних законах регулювання, в першому набли-

женні, проведемо, предполагаючи синусоїдальну форму напруг і струмів. Наявність додаткових втрат, зумовлених несинусоїдальності напруги живлення, врахуємо в подальшому. Основні складові гріючих втрат: $R_{ел1}$, $R_{ел2}$ – електричні втрати в обмотках статора і ротора; $R_{маг}$ – магнітні втрати в сердечнику статора; $R_{мех}$ – механічні втрати; $R_{дод}$ – додаткові втрати, пов’язані з вторинними процесами в двигуні (при синусоїдальній формі напруги і струмів, згідно ГОСТ $R_{дод} = 0,5\%$ від споживаної потужності).

Розрахунок магнітних і механічних втрат проводився для дослідного двигуна АИР160S4, виконання IP 44, IC0141. Параметри двигуна при $U_1 = U_{1фN} = \text{const}$, $f_1 = f_{1N} = \text{const}$, $P_{2N} = 15\text{кВт}$, $U_{1фN} = 380\text{В}$; $f_{1N} = 50\text{Гц}$; $2p = 4$; $m_1 = 3$; $r_{1115^\circ} = 1,5\text{ Ом}$; $r_{2115^\circ} = 0,37\text{ Ом}$; $x_{mN} = 85,2\text{ Ом}$; $x_{1N} = 1,74\text{ Ом}$; $x_{2N} = 3,8\text{ Ом}$; $P_{ел1N} = 897\text{Вт}$; $P_{ел2N} = 296\text{ Вт}$; $P_{мехN} = 123\text{ Вт}$; $P_{додN} = 335\text{ Вт}$; (з урахуванням $K_d = 4$); $P_{марN} = 265\text{Вт}$; $I_{0N\%} = 25\%$.

Результати розрахунку в Вт представлені в таблиці 1 (регулювання «вниз» та таблиці 2 (регулювання «вгору»).

Визначення електричних втрат в обмотках статора і ротора асинхронного двигуна можливо на основі його електромеханічних характеристик. Останні можуть бути отримані за допомогою Г-подібної схеми заміщення.

Таблиця 1 – Значення магнітних і механічних втрат при регулюванні «вниз»

Втрати	α , в.о					
	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$P_{маг\alpha}; \gamma = \alpha$	265	226	190	155	123	94
$P_{маг\alpha}; \gamma = \alpha^2$	265	183	121	76	44	23
$P_{меха}; \gamma = \alpha; \gamma = \alpha^2$	123	100	79	60	44	31

Таблиця 2 – Значення магнітних і механічних втрат при регулюванні «вгору»

Втрати	α , в.о					
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$P_{маг\alpha}; \gamma = \sqrt{\alpha}$	265	278	290	302	313	324
$P_{маг\alpha}; \gamma = 1, P_2 = \text{const}$	265	253	242	232	224	216
$P_{меха}; \gamma = \sqrt{\alpha}; \gamma = 1, P_2 = \text{const}$	123	149	177	208	241	276

Для визначення теплового стану двигуна використовується метод еквівалентних теплових схем (ЕТС), яка розвинута до 16 вузлів. На базі ЕТС складені диференційні рівняння теплового балансу для всіх вузлів. Диференційні рівняння всіх вузлів утворюють систему рівнянь, які складають математичну модель. Математична модель вирішува-

лась за допомогою універсального гібридного методу Адамса-BDF, що дало можливість визначити значення теплоємностей і температур вузлів асинхронного частотно-керованого двигуна.

При роботі частотно-керованого асинхронного двигуна від перетворювача частоти типу НПЧ і АІН із ступінчастою формою вихідної напруги виникають всі складові основних втрат, додаткові електричні втрати в обмотках статора і ротора та додаткові втрати в осередях статора і ротора.

Дослідження температурного поля двигуна за допомогою математичної моделі теплового стану дозволило установити:

- виникнення додаткових втрат від вищих гармонік струму і магнітного потоку, зміну величини і співвідношення між потужностями тепловиділення вузлів ЕТС;

- додаткові магнітні втрати $P_{\text{магд}}$ складають 6% від основних магнітних втрат.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДВИГУНА НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ОСЕРДЯ СТАТОРА БАЗОВОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Панасенко К.С., Семенов С.Г.

Науковий керівник – Петренко О.М., канд. техн. наук, доцент

В наші дні асинхронні двигуни (АД) масово використовуються в електроприводі ліфтових лебідок, насосних та вентиляційних установках та ін. Однак, в деяких електроприводах спостерігається тенденція заміни АД синхронними двигунами з постійними магнітами (СДПМ). Це пояснюється тим, що СДПМ, дозволяють зменшити втрати в електричній машині, порівняно з асинхронними двигунами, тобто мають більший ККД.

При однакових значеннях номінальної потужності габаритні розміри СДПМ будуть менше, ніж у АД. Зазначена тенденція має практичне обґрунтування у світлі світового тренду – енергозбереження.

Методики проектування СДПМ широко відомі і проблем, пов'язаних зі створенням таких двигунів, не повинно виникати. Однак, споживачі не бажають вносити зміни в габарити існуючих установок, і виробники їх тільки підтримують в цьому. Тому було знайдено рішення, яке вже застосовувалося в машинах постійного струму: використовувати для СДПМ корпус і сердечник статора існуючого АД. Таким чином, можна залишити габарити двигуна незмінними і поліпшити його енергетичні показники і характеристики.